

# Trabajo Fin de Grado

## DESARROLLO DEL MANDO Y CONTROL Y LAS CAPACIDADES CIS EN EL BICC

Autor

CAC. Arturo Moreno Marín

Director/es

Director académico: Dña. María Dolores Peláez Coca  
Director militar: Cte. D. Emilio González Benítez

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar  
2016-2017



## **AGRADECIMIENTOS**

Quería expresar mi reconocimiento y agradecimiento a todas aquellas personas que, gracias a su colaboración, han contribuido a la realización de este Trabajo de Fin de Grado :

En primer lugar, mi sincero agradecimiento a María Dolores Peláez Coca y al Comandante de Infantería D. Emilio González Benítez, tutores de este proyecto, por su consejo, ayuda y dedicación durante el desarrollo de este trabajo.

Un agradecimiento especial al personal del Batallón de Infantería de Carros de Combate IV/16 de la Brigada de Infantería Mecanizada XI, por su acogida durante las prácticas Externas, su ayuda y tiempo dedicado en favor de la realización de este proyecto, en especial a la III Compañía de Carros de Combate y al personal del Parque de Transmisiones del BICC IV/16.

Y finalmente, me gustaría agradecer a mi familia su seguimiento y apoyo en mi trabajo, que hacen de los momentos más difíciles una carga más ligera de soportar.



# INDICE

RESUMEN .....	iv
ABSTRACT .....	iv
1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. EL PLAN MC3 Y SU DESARROLLO .....	3
2.1. MISION Y OBJETIVOS DEL PLAN MC3 .....	4
2.1.1. Objetivos del Plan MC3 [3] .....	4
2.2. SITUACIÓN ACTUAL Y HORIZONTE TEMPORAL .....	5
2.3. PLANIFICACIÓN .....	6
2.4. RIESGOS [3] .....	9
3. MEDIOS C2 Y CIS ANTES DEL PLAN MC3 .....	10
3.1. EL SISTEMA FFT .....	10
3.2. SIMACET v4.1 .....	11
3.2.1. Las funciones de SIMACET .....	11
4. MEDIOS C2 Y CIS CON EL PLAN MC3 .....	12
4.1. SIMACET v4.2, v5, v6 .....	12
4.2. EL SISTEMA BMS .....	13
4.3. EL SISTEMA BMS-LINCE .....	15
5. METODOLOGÍA DE TRABAJO .....	19
6. ANÁLISIS DAFO DE LOS NUEVOS SISTEMAS .....	20
6.1. ANÁLISIS DAFO DEL PLAN MC3 .....	21
6.1.1. Debilidades .....	21
6.1.2. Amenazas .....	21
6.1.3. Fortalezas .....	22
6.1.4. Oportunidades .....	22
6.2. ANÁLISIS DAFO DEL SISTEMA FFT .....	22
6.2.1. Debilidades .....	22
6.2.2. Amenazas .....	23
6.2.3. Fortalezas .....	23
6.2.4. Oportunidades .....	23
6.3. ANÁLISIS DAFO DEL SISTEMA LINCE .....	23
6.3.1. Debilidades .....	23
6.3.2. Amenazas .....	24

6.3.3.	Fortalezas .....	24
6.3.4.	Oportunidades .....	25
6.4.	ANÁLISIS DAFO DEL SISTEMA BMS-LINCE .....	25
6.4.1.	Debilidades .....	25
6.4.2.	Amenazas .....	25
6.4.3.	Fortalezas .....	26
6.4.4.	Oportunidades .....	26
7.	DESCRIPCIONES DE LOS ANÁLISIS DAFO .....	26
7.1.	DESCRIPCIÓN DEL DAFO DEL PLAN MC3 .....	26
7.2.	DESCRIPCIÓN DEL DAFO DEL SISTEMA FFT .....	27
7.3.	DESCRIPCIÓN DEL DAFO DEL SISTEMA LINCE .....	27
7.4.	DESCRIPCIÓN DEL DAFO DEL SISTEMA BMS-LINCE .....	28
8.	ESTUDIO DE CALIDAD DE LOS SISTEMAS .....	28
9.	CONCLUSIÓN.....	33
10.	BIBLIOGRAFÍA .....	35
11.	ANEXOS .....	36
	Anexo A .....	36
	Anexo B .....	39
	Anexo C .....	41

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1.	Situación de las fases en cada una de las áreas del Plan MC3. ....	8
Tabla 2:	Casa de la Calidad. Comparativa de las características técnicas entre los Sistemas de Mando y Control BMS-LINCE, LINCE y FFT.....	32

## LISTA DE ABREVIATURAS

MC3 – Modernization of Command, Control and Communication Systems  
LINCE – Leopard Information Control Equipment  
BMS-LINCE – Battlefield Management System-Leopard Information Control Equipment  
FFT – Friendly Forces Tracking  
SIMACET- Sistema de Mando y Control del Ejército de Tierra  
C2 – Command and Control  
CIS – Communication and Information Systems  
PCBON – Puesto de Mando de Batallón  
TOA – Transporte Oruga Acorazado  
VCI – Vehículo de Combate de Infantería  
BICC – Batallón de Infantería de Carros de Combate  
JEME – Jefe del Estado Mayor del Ejército  
EME – Estado Mayor del Ejército  
TIC – Tecnologías de la Información y la Comunicación  
OTAN – Organización del Tratado del Atlántico Norte  
JEMAD – Jefe del Estado Mayor de la Defensa  
PU – Pequeña Unidad  
GU – Gran Unidad  
DIV – División  
BRI – Brigada  
EW – Electronic War  
IP – Internet Protocol  
COP – Common Operation Picture  
CT - Centro de Transmisiones  
ET – Ejército de Tierra  
MINISDEF – Ministerio de Defensa  
ZO – Zona de Operaciones  
VCPC – Vehículo de Combate de Puesto de Mando  
IFF – Identification Friendly Forces  
Tcol. – Teniente Coronel  
Cia. – Compañía  
Sec. – Sección





## RESUMEN

El objetivo de este trabajo es hacer un estudio del desarrollo actual y evolución de los Sistemas de Mando y control que emplea hoy en día el Ejército de Tierra, en concreto los que tienen una relación directa con el Batallón de Infantería de Carros de Combate. Para conseguirlo se realizan diferentes estudios y análisis de las líneas de acción del Plan MC3 y de los diferentes Sistemas C2

El trabajo parte del análisis de la documentación bibliográfica sobre el Plan MC3 existente y los Sistemas C2. Conjuntamente, se realizan entrevistas y encuestas al personal encuadrado en el Batallón de Infantería de Carros de Combate IV/16 de la Base militar Gral. Menacho en Badajoz. Estas entrevistas y encuestas permiten conocer la evolución y desarrollo de los sistemas C2 a la vez que sus problemas y carencias durante su uso e implementación en las unidades.

Basado en la información obtenida, a través del uso de herramientas como el Análisis DAFO y la Casa de la Calidad, se analizan los diferentes sistemas.

Finalmente, partiendo de los resultados obtenidos, se elaboran unas conclusiones sobre la situación del desarrollo de los Sistemas C2 y su viabilidad, en líneas generales, hacia el futuro.

## ABSTRACT

The purpose of this Project consists in producing a research of the current development and evolution of Command and Control Systems which are used by the Spanish Army today, specifically those which are related directly with the armored infantry battalion. Different researchs and analyses of the MC3 Plan and the different C2 Systems are accomplished in order to get the purpose of this project.

The Project is based on analyses the MC3 Plan and C2 Systems bibliographic documentation. Another main part of the Project are the surveys and interviews with staff working in the Armored Infantry Battalion IV/16 from Military Base Gral. Menacho from Badajoz. These surveys and interviews let to know the evolution and development of the C2 Systems, and their problems and narrow circumstances.

According to the Information, using several tools like DAFO analyses and QFD, the different C2 Systems are analyzed. Finally, using the final results, the viability and several conclusions about the situation and development of the C2 Systems are obtained.



## 1. INTRODUCCIÓN

Desde el punto de vista de la Defensa Nacional y los estilos de guerra, las situaciones, las necesidades, la tecnología... van evolucionando a gran velocidad. Por esta razón, la adaptación a lo que nos rodea es imprescindible para mantenerse a la altura de las circunstancias. [1]

El Ejército de Tierra ha iniciado la adaptación de una serie de medidas, durante los últimos años, para evolucionar y modernizar sus medios y procedimientos acorde con la evolución del avance tecnológico, las necesidades y los nuevos estilos de combate. [1]

La evolución de los escenarios de guerra y las relaciones internacionales se encuentran envueltos por la Era de la Comunicación. Actualmente, los avances tecnológicos nos permiten acceder a un dominio de la información muy amplio, en el que las distancias dejan de ser un impedimento para establecer contacto entre personas. En el ejército surge la necesidad de conocer los sucesos y la información a tiempo real, lo que desata la necesidad de evolucionar los sistemas, medios y materiales, y adaptarlos a las nuevas tecnologías de la información. A través de ese flujo inmediato de la información se pretende ser capaz de dirigir las operaciones militares, teniendo un mayor control del entorno, una mayor precisión y pudiendo acortar los ciclos de decisión, acorde con la situación del combate en ese instante, sin que el retraso provocado por el viaje de la información pueda ocasionar una respuesta tardía. [1]

Para ello, según el ex JEME Coll Bucher, el Ejército de Tierra reconoce al combatiente bien instruido, adiestrado y motivado, encuadrado en unas estructuras y organizaciones modernas, mejoradas y adaptadas a los retos actuales y dotado de nuevos medios y sistemas de armas, entre los cuales hay que destacar a las nuevas TIC (*Tecnologías de la Información y las Comunicaciones*), las cuales, le permitirán disponer de forma progresiva de mayores capacidades operativas y de superioridad en el combate en cualquier escenario. [2]

En los conflictos de las próximas décadas destacarán una serie de características principales, como son la asimetría, la organización en red y la batalla por la información y el conocimiento. Debido a esto, pasa a ser de vital importancia el Mando y Control, tanto a nivel estratégico como operacional y táctico.

A lo largo del avance de la tecnología digital, el campo de batalla ha ido demandando Sistemas de mando y control que permita el continuo y rápido flujo de información junto a la toma de decisiones de manera instantánea, lo que proporciona un mayor dinamismo en las operaciones.

[1]

Con el propósito de extender las nuevas capacidades que proporciona la evolución de las TIC a las unidades tipo brigada, batallón y compañía, el Ejército de tierra inició el Plan de modernización de Mando y Control y Comunicaciones (*Plan MC3*), cuyo objetivo es aprovechar las capacidades que ofrecen las nuevas tecnologías para mejorar la eficacia operativa y de combate de las unidades, y que aún se encuentra en pleno desarrollo por lo que, resulta complicado el acceso a la información y la obtención de lecciones aprendidas y experiencias profesionales. [2]

Este plan se materializa en la modernización, adquisición e implementación de nuevos medios y sistemas de mando y control y comunicaciones, los cuales ofrezcan mayores facilidades a la hora de dirigir, transmitir información, y sobre todo que estén unificados para poder interactuar entre ellos y no de manera autónoma. [3]

Con el desarrollo de este trabajo se pretende evaluar este proceso de modernización y su aplicación, siendo el objeto de estudio las unidades tipo batallón de infantería de carros de combate (*BICC*), analizando las líneas de acción y los objetivos del Plan MC3, y los nuevos medios que se quieren implementar con respecto a los medios que se pretenden sustituir. El estudio se realiza a través de las publicaciones doctrinales de defensa, artículos, y las experiencias profesionales del personal especialista en dichos medios, obteniendo una visión general teórica de lo que se quiere alcanzar.

El principal sistema de mando y control que utiliza el BICC es el BMS-LINCE, el cual es una evolución mejorada del sistema LINCE y aún se está terminando de implantar en las unidades de carros.

El sistema LINCE fue la evolución que sustituyó al sistema FFT (*Friendly Forces Targeting*) el cual aún se sigue usando en algunos vehículos y puestos de mando. Con el Plan MC3 se busca la eliminación de este último debido a las mejoras tecnológicas que se están adquiriendo.

## 2. EL PLAN MC3 Y SU DESARROLLO

El Plan MC3, Plan de Modernización de los Sistemas de Mando, Control y Comunicaciones, se comenzó a elaborar en el año 2009 de acuerdo con las líneas generales de la Política de Defensa y en la línea de proceso de modernización de las Fuerzas Armadas.

Busca mejorar la superioridad de nuestras fuerzas y su protección en cualquier escenario, lo cual supone un ambicioso esfuerzo de innovación para alcanzar la mayor eficacia de nuestro Ejército. [3]

El Plan MC3, pretende implantar nuevos sistemas en sustitución de los que se habían estado usando, estableciendo su prioridad en las unidades de nivel batallón o inferior. Para ello, Defensa busca que estas innovaciones respondan a las demandas y necesidades de las unidades de manera óptima, se unifiquen los diferentes sistemas de mando y control y puedan interactuar entre ellos, se adapte a la realidad económica de las Fuerzas Armadas, cumpla con los requisitos de Defensa en el ámbito de seguridad y protección, y por su puesto responda a los acuerdos internacionales y requisitos OTAN para la interoperabilidad con el resto de sistemas de los ejércitos aliados con España.

Este Plan responde a los requisitos derivados del planeamiento de capacidades del JEMAD y de OTAN en los compromisos establecidos en las “Force Proposals”<sup>1</sup>, y a su vez contribuye a la implantación del concepto SP-NEC<sup>2</sup> del JEMAD, por el que se considera que las estructuras de mando operativas de los Ejércitos y de la Armada deben estar interrelacionadas funcional y operativamente. [3]

Todo el desarrollo de este proceso está dirigido por la Oficina de Programa CIS-EW<sup>3</sup>, la cual sigue las directrices marcadas por la División de Operaciones (DIVOPE) y de Logística del Estado Mayor del Ejército, contando con el apoyo técnico de la Jefatura de los Sistemas de Información, Telecomunicaciones y Asistencia Técnica, la Brigada de Transmisiones y los Parques y Centros de Mantenimiento de material de Transmisiones y de sistemas hardware y software. [3]

---

<sup>1</sup> Las *Force Proposals* es el desarrollo de recomendaciones específicas para la fuerza, llevadas a cabo por los comandantes de la OTAN, y dirigidas a cada país participante en la estructura de defensa integrada. Estas *Force Proposals* varían en su grado de especificidad.

<sup>2</sup> El concepto SP-NEC está definido por el JEMAD y consiste en la aplicación del concepto NEC (Network Enabled Capability) a las Fuerzas Armadas Españolas, con el que se pretende alcanzar la máxima interrelación entre los tres Ejércitos.

<sup>3</sup> La Oficina de Programa CIS-EW es el departamento encargado de gestionar y atender todas las cuestiones relacionadas con los Sistemas de la Comunicación y la Información (CIS) y Guerra Electrónica (EW).

Según el boletín *Tierra*, el resultado de su trabajo es un nuevo sistema con mayor capacidad de mando y control, incluso en movimiento, que ofrece servicios de mensajería, transmisión de voz y datos y alarmas instantáneas, más flexible, con una base de datos compatible con SIMACET. [4]

## 2.1. MISION Y OBJETIVOS DEL PLAN MC3

El Ejército de Tierra ha iniciado el Plan MC3 con el objetivo de aprovechar las capacidades que ofrecen las TIC para mejorar la eficacia operativa y de combate de las unidades. El plan pretende establecer los nuevos medios y sistemas desde el soldado de a pie hasta el puesto de mando a nivel Cuerpo de Ejército y División, de forma que exista una interoperabilidad continua y completa, en la que la dirección y la información fluya de manera ininterrumpida a través de una línea común a la que estén ligados cada uno de los sistemas de Mando y Control, sin que ninguno de estos trabaje de manera autónoma y ofreciendo una difícil relación con el resto de Sistemas. Esta línea común se materializa en el sistema BMS (*Battlefield Management System*). [3]

La implantación de dichos sistemas será de manera progresiva y coordinada, con la finalidad de aprovechar al máximo los ciclos de vida útil de los medios CIS en servicio, utilizando siempre que sea posible los distintos medios preexistentes, modernizándolos si es necesario, y garantizando la debida interoperabilidad de los medios que se mantienen en uso con los de nueva adquisición. Durante el desarrollo se van estableciendo hitos temporales y se definen, en el caso de ser necesario, materiales y equipos provisionales que permiten cubrir aquellas carencias o integraciones de medios en el supuesto que se produzcan retrasos en la ejecución del Plan. [6]

### 2.1.1. Objetivos del Plan MC3 [3]

- Alcanzar la máxima eficacia operativa

Principalmente, se busca asegurar el mando y control de las organizaciones operativas, proporcionando en todo momento un conocimiento compartido de la situación, aumentando la sincronización y la capacidad de respuesta de las unidades.

Por lo tanto, es muy importante la conectividad de la fuerza, la mejora de la integración de las plataformas de armas, los nodos CIS y los sistemas de inteligencia, vigilancia y reconocimiento, permitiendo al mando lograr los efectos apropiados de manera precisa y en el momento oportuno.

- Aumentar la protección de la fuerza

La protección de la fuerza se consigue asegurando el conocimiento compartido de la situación de las unidades propias y amigas.

En los sistemas de mando y control, esto se consigue con los sistemas de identificación de combate IFF (*Identification Friendly Forces*).

- Asegurar la información

Uno de los aspectos más importantes es la protección de la información y los propios sistemas CIS, de tal manera que esté disponible para quien la precise, en el lugar y momento oportuno, salvaguardando su confidencialidad, integridad y disponibilidad. Para ello se ha integrado la Ciberdefensa como un elemento más de los sistemas que garantiza el correcto funcionamiento y supervivencia de los mismos.

- Asegurar la interoperabilidad

La interoperabilidad es la principal necesidad que se pretende cubrir con este Plan. Estableciendo una política de garantía de interoperabilidad se quiere conseguir utilizar unos servicios e interfaces estandarizados para aumentar la flexibilidad, y disponer de una arquitectura global única para todos los sistemas. Con esto se conseguirá eliminar la autonomía que presentan los sistemas que se pretenden mejorar o sustituir, facilitando la conexión, entre ellos, y estableciendo un mayor control de las unidades propias reduciendo los medios necesarios.

## **2.2. SITUACIÓN ACTUAL Y HORIZONTE TEMPORAL**

Desde el año 2009 que comenzó el Plan MC3, se han ido sucediendo varios hitos que han ido marcando el desarrollo y la evolución del Plan, destacando las actualizaciones que sufrió en los años 2012 y 2015. El horizonte temporal de ejecución del Plan, inicialmente previsto era de 2009 a 2016, aunque el escenario económico y el grado de desarrollo de algunos de los programas van a retrasar su ejecución hasta previsiblemente el horizonte 2021. [3] [6]

Desde el punto de vista operativo, la situación actual de los sistemas CIS desplegados del ET presenta:

En las Grandes Unidades (GU), nivel Brigada o superior, disponen de SIMACET 4.1. Se está volcando mucho esfuerzo en conseguir que SIMACET sea un sistema de mando y control integrado, capaz de englobar los diferentes sistemas desarrollados como un “sistema de sistemas”. SIMACET está siendo evolucionado a las versiones 4.2 y 5, interoperables entre sí, y engloban la mayor parte de las herramientas necesarias para el control de las funciones de combate. [3]

En las Pequeñas Unidades, nivel Batallón/Grupo o inferior, el Sistema FFT (*Friendly Force Tracking*) está en proceso de evolución al Sistema BMS. En la actualidad, en los puestos de mando del BICC se mantiene el uso del FFT, el cual tiene dificultades de interoperabilidad con SIMACET y los nuevos medios que empiezan a tener integrado el Sistema BMS. En el caso particular de las unidades de carros *Leopardo*, se está instalando el Sistema BMS-LINCE, sustituto y evolución del Sistema LINCE. [3]

Habrá un periodo de tiempo, de casi cinco o seis años, en el cual los nuevos materiales que se están desarrollando dentro del Plan MC3 no estarán totalmente disponibles, debido a las incidencias o carencias que puedan presentar a la hora de implantarse, lo que conlleva a que durante dicho ciclo deben convivir medios C2 y CIS del antiguo programa y los nuevos medios del Plan MC3. [3]

Como situación final deseada se busca que la evolución general de los medios CIS establecida en este Plan tenga como resultado alcanzar la capacidad de transmisión, movilidad y seguridad adecuadas, desde nivel Cuerpo de Ejército hasta el combatiente desembarcado, que satisfaga: [3]

- Un Mando y Control efectivo que permita disponer de una visión compartida de la situación alcanzando la sincronización.
- El desarrollo de la tecnología IP, a través de la cual se proporcione una red completamente cifrada, y que proporcione conectividad a lo largo de todo el escenario de operaciones y permita el enlace en movimiento de los usuarios de forma efectiva y segura.
- La interoperabilidad entre los sistemas C2 y CIS propios y conjuntos, con los específicos de otros Ejércitos y organizaciones civiles internacionales, conforme a los acuerdos de estandarización.

## **2.3. PLANIFICACIÓN**

Debido a las limitaciones económicas y a la disponibilidad de tecnologías maduras y de bajo riesgo, el alcance de las actuaciones definidas por el Plan obliga a que la obtención de materiales y su implantación no se pueda acometer de forma simultánea.

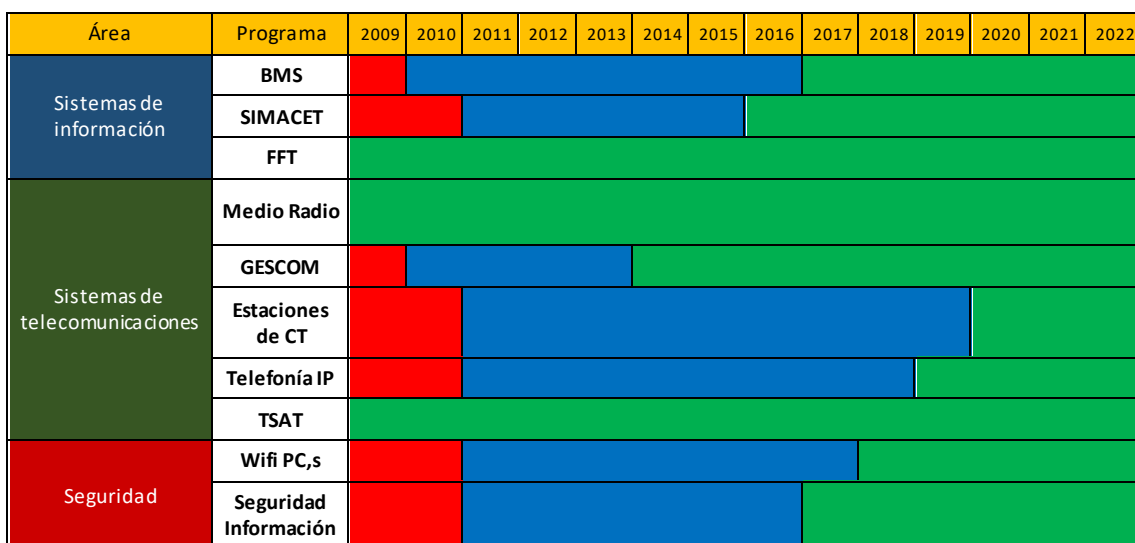
Esto da lugar a que las capacidades se adquieran e implanten de una manera progresiva de acuerdo con las prioridades marcadas.



Los diferentes materiales, durante todo el proceso, pasan por diferentes fases desde que se definen hasta que se ponen en funcionamiento operativo. [3] [6]

- Primera fase. Definición: Incluye la elaboración y la aprobación de los requisitos. Se elaboran los pliegos de prescripciones técnicas (PPT) a raíz de los estudios técnicos y de viabilidad de los materiales, y se realizan las primeras evaluaciones de la tecnología a emplear junto a las pruebas de interoperabilidad.
- Segunda fase. Obtención: Se inicia en el momento de contratación y finaliza en el momento de evaluación del prototipo e inicio de la producción en serie. A la vez, tiene lugar una fase de desarrollo con la participación de los usuarios y validaciones hardware y software, incluyendo pruebas en el campo, hasta obtener la versión de producción.
- Tercera fase. Servicio: Tiene mayor impacto en el recurso económico, ya que en esta fase se dota a las unidades de los nuevos sistemas. Comienza el periodo de vida útil del sistema y las actividades de mantenimiento correctivo y evolutivo. Su duración en el tiempo viene condicionada por la disponibilidad económica y la adquisición de nuevas tecnologías, y requiere de un recurso humano y económico adecuado para que se exploten al máximo sus capacidades.

Se incluye a continuación un cuadro con la situación actualizada y prevista de las diferentes fases en cada una de las áreas que componen el Plan MC3. En este trabajo solo se profundiza en los Sistemas de información.



**Tabla 1.** Situación de las fases en cada una de las áreas del Plan MC3.

Fuente: Estado Mayor del Ejército. Plan MC3 “Plan de modernización de los sistemas de mando, control y comunicaciones del Ejército de Tierra”

Tal y como se describe en el cuadro anterior, en relación a los Sistemas de información, conceptualmente se pueden obtener dos periodos. En el primero (2011-2017) el objetivo es alcanzar la Capacidad Operativa inicial<sup>4</sup> (IOC) de la totalidad de los materiales, sin que se produzcan carencias que puedan afectar a las restantes. Al finalizar este periodo se deberá: [3]

- Finalizar la dotación del primer vehículo PCBON a las PU de maniobra.
- Finalizar la dotación de equipamiento hardware con FFT a todas las PU de maniobra, y completar la instalación de la aplicación BMS (en sustitución de FFT).
- Disponer de SIMACET v6.
- Disponer de una capacidad inicial de comunicaciones IP en movimiento.
- Disponer de capacidad inicial de radios UHF de alta capacidad para potenciar los enlaces Batallón/Grupo con Brigada.
- Contar con un Cifrador IP Táctico, permitiendo un cifrado IP de alta capacidad, dual, multinivel y multipropósito.

<sup>4</sup> Entendiéndose como la capacidad de disponer de los prototipos de estaciones necesarios a los que se les ha evaluado mediante pruebas operativas.

- Disponer de plantas de energía de gran capacidad para los Centros de Transmisiones de GU.

En el segundo periodo (2018-2021) debe completarse la Capacidad Operativa Final<sup>5</sup> (FOC) de la totalidad de todos los materiales, alcanzándose de este modo la situación final deseada en el año 2021. A la finalización de este periodo se deberá: [3]

- Disponer de la integración de los Sistemas de Mando y Control, desde Cuerpo de Ejército hasta el combatiente desembarcado. Para ellos deberá haberse completado la entrada en servicio de SIMACET v6 y la extensión de BMS.
- Completar las capacidades IP de todas las unidades.
- Lograr la integración total de sensores en los sistemas de Mando y Control.
- Disponer de capacidad de gestión avanzada del conocimiento, servicios de búsqueda y publicación y fusión de datos.

## **2.4. RIESGOS [3]**

- Financieros: Existe el riesgo de posibles retrasos durante el desarrollo de los plazos de implantación, debido a la dependencia económica del Plan y a la rapidez del avance del estudio de la tecnología, por lo que es necesario la realización de un profundo estudio financiero con el fin de equiparar el ritmo económico al de obtención.
- Plazos de ejecución amplios: Esto puede desembocar en la obsolescencia de las plataformas y la tecnología que se pretende mantener en el desarrollo del Plan y sobre la cual se quieren implementar las innovaciones. Lo que conlleva a tener que establecer un cuidadoso planeamiento para acortar los plazos todo lo posible y a su vez darles el cumplimiento marcado.
- Reutilización de las plataformas vehiculares: Al estar prevista la reutilización de vehículos ya existentes, la antigüedad de los mismos puede suponer una limitación bastante importante para la capacidad operativa. Por lo tanto, se deberá tener en cuenta las capacidades que ofrecen y la finalización del periodo de su vida útil.

---

<sup>5</sup> Una vez se disponga de todas las estaciones necesarias.

### 3. MEDIOS C2 Y CIS ANTES DEL PLAN MC3

#### 3.1. EL SISTEMA FFT

El Sistema FFT (*Friendly Forces Tracking*) es una aplicación de mando y control de pequeña unidad, tipo batallón o inferior, en concreto de seguimiento de fuerzas propias, la cual fue desarrollada por la Universidad Politécnica de Valencia. Con este sistema se consigue realizar el seguimiento, en tiempo real, de las unidades propias implicadas en la operación, a través de una Tablet portátil.

El sistema consiste, básicamente, en un software que se instala en los terminales o nodos de una unidad determinada que, en función de las autorizaciones, los derechos adquiridos y las necesidades de la misión introducidas, puedan ver en todo momento donde están ubicadas el resto de unidades. [7] [8]

El sistema permite otro tipo de funcionalidades aparte de la función de seguimiento:

- Transmisión y recepción de mensajería breve o chat táctico, con el que se pueden enviar mensajes de texto muy breves mientras se sigue la evolución de la misión. También incluye mensajería táctica con ficheros anexados.
- La detección e inserción de amenazas y objetos, así como la propagación de alarmas detectadas a través de sensores, de forma limitada.
- Sistema de navegación para desplazarse por el terreno.

En todo momento la información del sistema se replica entre los terminales de forma que todos los sistemas comparten la misma COP<sup>6</sup> (*Common Operational Picture*). [7]

El sistema está desarrollado con una estructuración jerárquica que intenta reflejar la orgánica de las misiones. Los distintos nodos recopilan información, envían mensajes, alarmas y amenazas y la envían a su inmediato superior jerárquico. Éste último distribuye la información para garantizar que todo el mundo tenga la misma visión, salvo que se hayan establecido filtros limitando lo que una unidad particular puede ver.

La estructuración jerárquica sale de la unidad propia y asciende a los niveles superiores, tomando contacto con el sistema de mando y control SIMACET, el cual se desarrolla a nivel Gran Unidad tipo Brigada o superior. Ambos sistemas presentan pequeñas dificultades para establecer una buena interoperabilidad entre ellas, por ejemplo, la necesidad de un conversor de la información de un sistema a otro; la información solo va en la dirección FFT a SIMACET, pero de SIMACET a FFT no, debido a esa diferencia de “lenguaje” entre ambos. [8]

---

<sup>6</sup> La COP es toda la información reflejada en el display de la Tablet sobre el escenario de la operación.

### **3.2. SIMACET v4.1**

El Sistema de Mando y Control del Ejército de Tierra (*SIMACET*) es la herramienta que permite al jefe la dirección, el planeamiento y la conducción de las operaciones militares, así como obtener una visión coherente y homogénea del escenario de operaciones. Consiste en un conjunto de personal, medios y procedimientos que permite el tratamiento y almacenamiento de la información. Asimismo, facilita la toma de decisiones, su difusión y el intercambio de información entre los diferentes escalones.

Este sistema es empleado, principalmente, para las Grandes Unidades, en los puestos de mando a nivel Brigada, División o Cuerpo de Ejército, y está preparado para interactuar hasta nivel Batallón o Grupo. [9]

Los principales elementos de SIMACET son los nodos, las redes lógicas de réplica (ambos explicados en el Anexo A) y los usuarios.

Los nodos se asocian entre sí creando redes lógicas de réplica, que permiten el intercambio de información de la base de datos táctica y de mensajería, posibilitando una visión terrestre común del campo de batalla. Los usuarios son los responsables de introducir y gestionar la información dentro del sistema. Son dados de alta inicialmente en un nodo determinado con posibilidad de conectarse y actuar a través de otro nodo distinto al de origen. [9]

#### **3.2.1. Las funciones de SIMACET**

SIMACET facilita el proceso de planeamiento, desde el escalón superior hasta el escalón subordinado que se determine. El resultado de dicho proceso da lugar al denominado fichero de misión, el cual debe ser cargado en todos los nodos que participan en la operación. Con ello se consigue que todos dispongan de la misma información táctica inicial común.

A través de SIMACET se consigue llevar un planeamiento y una dirección centralizada de las operaciones, dar instrucciones a las unidades de infantería, artillería, caballería, ingenieros y transmisiones y tener un seguimiento a tiempo real del movimiento de las unidades.



**Imagen 1:** Puesto de Mando de GU. SIMACET.

Fuente: Manual PD3-602 Establecimiento y empleo de SIMACET.

## 4. MEDIOS C2 Y CIS CON EL PLAN MC3

### 4.1. ÚLTIMAS VERSIONES DE SIMACET

Las nuevas versiones de SIMACET, las cuales son v4.2, v5, proporcionan al ET un Sistema de Información para el Mando y Control en los niveles de Brigada, División y Cuerpo de Ejército, permitiendo la interoperabilidad con otros sistemas específicos y aliados. Permitirán la oportuna y adecuada presentación de la información, por medio de una visión común del campo de batalla (COP). Al mismo tiempo deberán garantizar la disponibilidad de la información y la seguridad estableciendo la adecuada infraestructura de seguridad y protección, tanto del sistema como de la información. [3]



**Imagen 2:** Puesto de Mando. Planeamiento y COP.

Fuente: Manual PD3-602 Establecimiento y empleo de SIMACET.

Se está llevando a cabo la actualización de los nodos SIMACET que lo requieran a la v5, y los nodos de versión 4.1 que lo requieran a la 4.2, lo que posibilitará su integración con los nodos de SIMACET v5, ya que la interoperabilidad, según los expertos, de nodos 4.1 con los nodos v5 no es compatible debido a que la v5 usa nuevos sistemas a los que la v4.1 no se puede adaptar, mientras que la v4.2 es una modernización de la v4.1 que si permite esa adaptación. [3]

Desde su actualización en 2014, la v5 proporciona las siguientes capacidades:

- Mensajería formal. Es la mensajería XoMail empleada por el Sistema de Información Militar.
- Mensajería táctica. Basada en Exchange/Outlook, conocida por los usuarios ya que es la misma que emplea el ET en la red del MINISDEF.
- Herramientas OTAN. Presenta una mayor adaptación a los sistemas internacionales OTAN, por lo que puede usarse en ZO con la colaboración de otros ejércitos aliados.
- Herramientas Nacionales. Aplicaciones compatibles con SIMACET para gestionar diversas materias como puede ser la cartografía, las comunicaciones, etc.

La futura versión de SIMACET del Plan MC3 (SIMACET v6), integrará todas las funciones de combate y dispondrá de una nueva base de datos táctica (BDT) aunque, según los expertos, no estará disponible hasta 2018.

Permitirá la interoperabilidad con los sistemas de información y, junto con la radio PR4G v4 instalada en las plataformas vehiculares con BMS, conseguirá combinar el modo TDMA con una de las mallas de unidad superior o inferior, reduciendo el número de radios en el vehículo de tres a dos<sup>7</sup>. [3]

## **4.2. EL SISTEMA BMS**

El Sistema BMS es el Sistema de Mando y Control de las Pequeñas Unidades (PU), es decir aquellas que se encuentran en el nivel Batallón/Grupo o inferior.

Con el Sistema BMS se pretende unificar el Mando y Control de las pequeñas unidades, las cuales, sobre todo en las unidades que disponen de vehículos como el BICC, tienen diferentes sistemas C2 autónomos, con grandes dificultades para interoperar.

---

<sup>7</sup> Consultar Apartado 4.3 “El Sistema BMS-LINCE”.

Por ejemplo, en el BICC, el carro de combate dispone del BMS-LINCE, mientras que el puesto de mando del batallón funciona con FFT, y a su vez en el puesto de mando de brigada se trabaja con el SIMACET.

Todos ellos presentan dificultades para poner en común la dirección y el traspaso de información entre ellos, hasta tal punto que la comunicación no viaje en uno de los dos sentidos rompiendo la bidireccionalidad de la información. [3]

El Sistema BMS permitirá: [6]

- El envío y recepción de la información relativa a la posición, movimiento e identificación de las unidades propias y enemigas.
- El envío y recepción de la información relativa a la posición e identificación de las líneas tácticas e instalaciones de forma interna y a otros sistemas de información para mando y control.
- Generar, almacenar, transmitir, recibir y presentar alertas.
- La transmisión y recepción de mensajería táctica con ficheros anexados y chat táctico.
- Gestionar la organización operativa de la unidad para cada operación, incluyendo los datos de personal, material, armamento y equipo.
- Integrar los sensores de la plataforma/vehículo, sus sistemas de armas, equipos de autoprotección, identificación y navegación.
- Servir como sistema de navegación GPS.

Actualmente, el Sistema BMS se encuentra en fase de recepción, aunque se espera que a lo largo del año 2016 se produzca su implantación en los Batallones de Carros. Se encuentra en coexistencia con el Sistema FFT, el cual se seguirá empleando hasta ser totalmente reemplazado. [3]



### 4.3. EL SISTEMA BMS-LINCE

Es el Sistema de Información y Comunicaciones para el Mando y Control en los batallones de Carros de Combate y sus unidades inferiores, implementado sobre vehículo Pizarro, como Puesto de Mando de Batallón (PCBON) y sobre los Carros de Combate Leopard 2E como unidades de combate. Es un sistema orientado a facilitar la dirección, el planeamiento, la ejecución y la conducción de las operaciones militares en este tipo de unidades.

El BMS-LINCE consta de los medios de transmisiones radio PR4G (v2 o v3) y el monitor con el software que controla todas las funciones de dirección y control. [7] [11]



*Imagen 3: Radio PR4G v3.*

Fuente: [www.google.es](http://www.google.es)

Las funcionalidades del sistema son: [11]

- El planeamiento: Apoyo en el proceso de planificación de una operación permitiendo crear, modificar y borrar diferentes Líneas de Acción, pudiendo ser confrontadas para elegir la mejor.
- Administración y mantenimiento del Sistema: Realiza la configuración inicial del Sistema, la gestión de todos los elementos de control, de la plataforma vehicular, usuarios, gestión de ficheros, etc.
- Sistema de Información Geográfica: Permite la visión georreferenciada en un mapa de la información disponible en el sistema. Mediante la gestión de capas cartográficas y de simbología táctica, el usuario puede obtener la visión más adecuada para la conducción de la operación y el planeamiento de rutas.
- Situación táctica: Permite la conducción de la operación mediante el seguimiento de Fuerzas.
- Mensajería: Permitir las comunicaciones tanto dentro como fuera del Sistema. Tiene posibilidad de anexar ficheros.

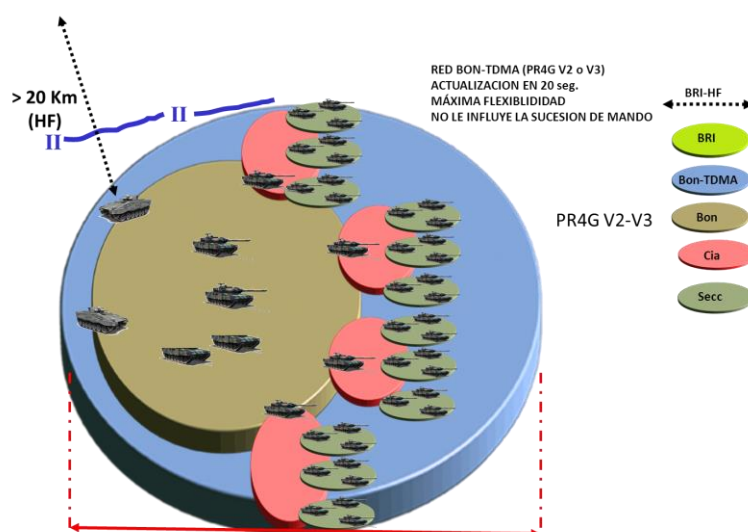
- Apoyo de fuegos y logístico: Permite la designación de objetivos, así como la solicitud de los Fuegos, previstos o imprevistos. Permite gestionar las diferentes solicitudes de abastecimiento, mantenimiento, transporte, etc.
- Alarmas y avisos: Permite informar sobre hechos tácticos ocurridos u observados en el campo de batalla. Permite detectar los problemas técnicos y comunicarlos al resto de usuarios.
- Navegación: Permite la configuración del posicionamiento de la plataforma, seleccionar rutas de navegación planeadas y realizar el seguimiento de la ruta determinando si se realiza adecuadamente.
- Gestión y distribución de la Información: Permite definir la forma en la que la información se distribuye por todo el despliegue, determinando los destinatarios, el tipo de información y los filtros que se quieran establecer.

La configuración de los medios de transmisiones dentro del carro de combate viene determinada por el tipo de mando que desempeñe: si el carro de combate es el del jefe de Batallón, Compañía o Sección dispondrá de tres radios PR4G. Si es de nivel pelotón (la tripulación de un carro de combate lo forma un pelotón) lleva dos radios PR4G.

Las dos primeras radios son para enlazar con la unidad inmediatamente superior y la inmediatamente inferior. La tercera radio (para quien disponga de ella) es para usarla en modo TDMA<sup>8</sup>. [10]

---

<sup>8</sup> Consultar Anexo B.



**Imagen 4:** Esquema de la red de mallas BMS-LINCE en el BICC.

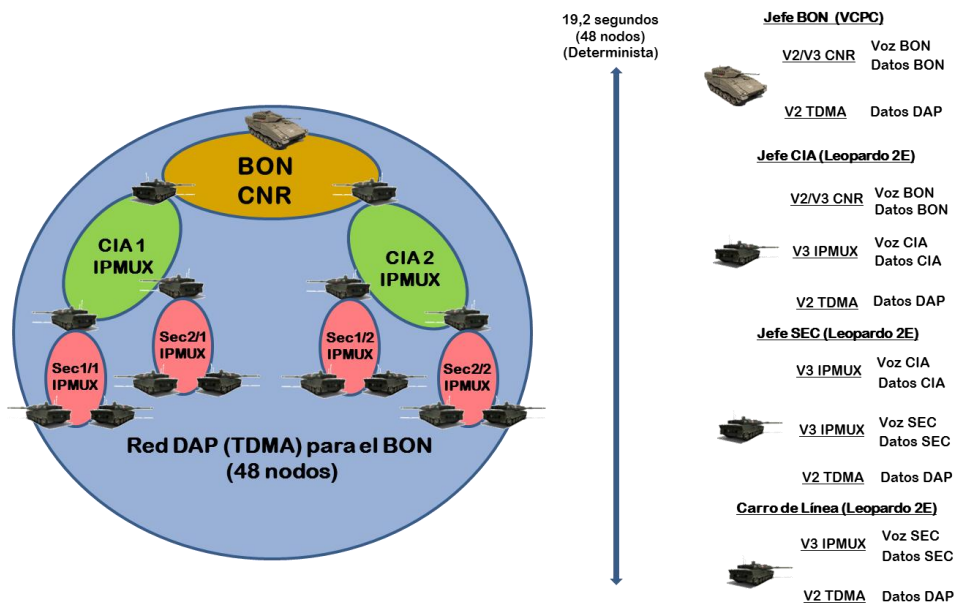
Fuente: Amper programas. “Informe técnico – Empleo de SUPERMUX Programas Ejército de Tierra”, 2016.

Como se puede ver en la Imagen 4, la malla TDMA (azul) engloba todo el Batallón, por lo que todos los usuarios conocen la información que por ella se transmite y la malla de Batallón (marrón) es la que comunica al Jefe del Bon con los Jefes de Compañía, que a su vez tienen su malla de compañía (rosa) para comunicarse con sus Jefes de Sección, que a su vez se comunican con sus carros a través de la malla de Sección (verde grisáceo). La malla de Brigada (verde claro) al ser de superior tamaño no aparece en la imagen.

Como se puede ver en la Imagen 5, el Jefe de Batallón usa una radio PR4G v2 o v3 en modo CNR-TD<sup>9</sup> por la que transmite voz y datos a las unidades de su batallón, y otra PR4G v2 en modo TDMA, la cual transmite la información a todo el Batallón.

<sup>9</sup> Consultar los Modos de transmisión de la Información en el Anexo B.

**Comunicaciones en BMS-LINCE PR4G v2 (TDMA) en cada carro**



**Imagen 5:** Esquema de los medios de comunicaciones BMS-LINCE.

Fuente: Amper programas. “Informe técnico – Empleo de SUPERMUX. Programas Ejército

El Jefe de Compañía usa una radio PR4G v2 o v3 en modo CNR-TD para comunicarse con la malla de Batallón, una PR4G v3 en modo IPMUX para la malla de Compañía y comunicarse con las unidades inmediatamente inferiores, y otra PR4G v2 en modo TDMA.

El Jefe de Sección usa una PR4G v3 en modo IPMUX para comunicarse con la unidad inmediatamente superior, una PR4G v3 en IPMUX para comunicarse con los carros de combate de la sección, y otra PR4G v3 en modo TDMA.

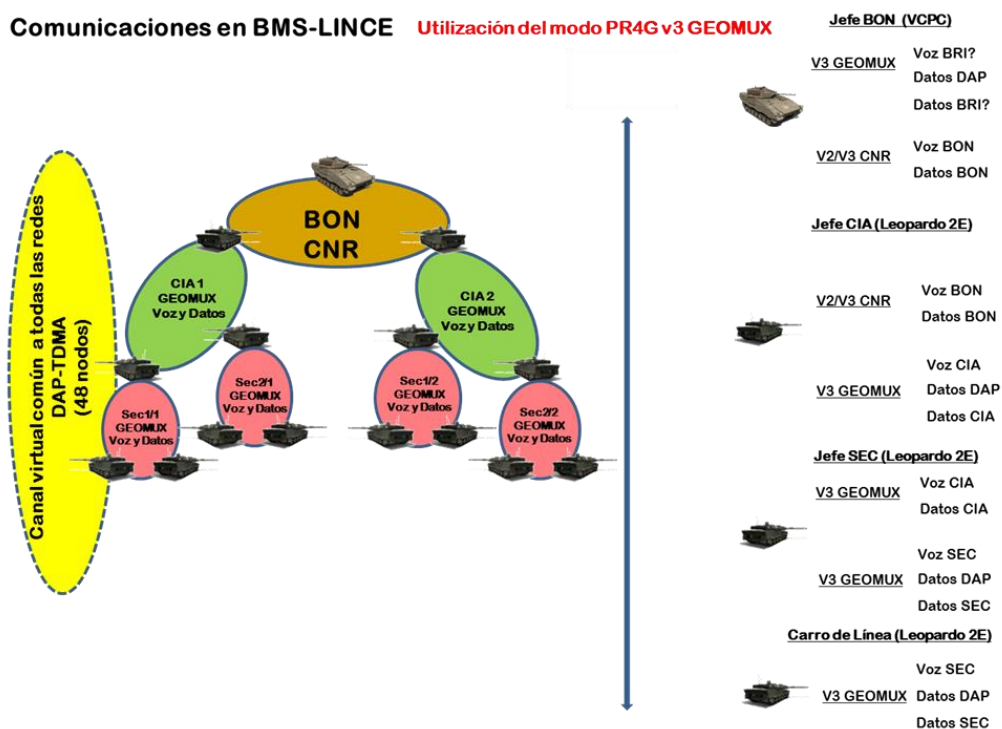
El carro de combate de línea lleva una radio PR4G v3 en IPMUX para comunicarse con su Jefe de Sección y otra PR4G v2 en modo TDMA.

Con el fin de reducir el número de radios en el carro de combate, manteniendo todas las necesidades cubiertas, se propone la actualización del firmware<sup>10</sup> de las radios PR4G v3 para incorporar el nuevo modo SUPERMUX o GEOMUX.

Es un proyecto a largo plazo que requiere la evolución de los medios y los sistemas, principalmente la radio PR4G v3 a la PR4G v4. Con este nuevo avance se pretende implementar el modo TDMA en una de las otras dos radios (la cual sería una PR4G v4), por lo que, a través de dicha radio se seguiría manteniendo el enlace en una de las mayas de mando y al mismo tiempo transmitiendo la información del modo TDMA. La segunda radio se destinaría para la comunicación de la maya de mando restante. [10]

<sup>10</sup> Firmware es el software que tiene directa interacción con el hardware, siendo así el encargado de controlarlo para ejecutar correctamente las instrucciones externas.

En la imagen 6 se puede comprobar como todos los carros han reducido sus radios a dos, funcionando una para voz y datos en CNR o GEOMUX y la segunda para voz, datos y el modo TDMA con GEOMUX. El carro de línea solo llevaría una radio en modo GEOMUX.



**Imagen 6:** Esquema de los medios de comunicaciones BMS-LINCE en el modo SUPERMUX.

Fuente: Amper programas. “Informe técnico – Empleo de SUPERMUX. Programas Ejército de Tierra”, 2016.

## 5. METODOLOGÍA DE TRABAJO

Las herramientas para la obtención de información para este trabajo han sido las entrevistas personales a especialistas en los Sistemas de Mando y Control, las encuestas al personal experto y usuarios y la obtención de documentación y bibliografía sobre el tema a tratar.

Las entrevistas fueron realizadas durante el periodo de prácticas externas en la Base militar Gral. Menacho en Badajoz al personal del Parque de Transmisiones del Batallón de Infantería de Carros de Combate IV/16, al jefe del BICC IV/16, y al Analista del Estado Mayor de la División de Operaciones del EME en el Cuartel General del Ejército de Tierra en Madrid.

El personal participante estaba compuesto por cuatro suboficiales, un Teniente Coronel y un Comandante.

Los cuatro suboficiales son los especialistas encargados de la implementación, gestión, y administración de los sistemas de Mando y Control en el BICC. El Teniente Coronel se ha especializado en las nuevas tendencias del Mando y Control en las Pequeñas Unidades y el Comandante es el analista encargado del planeamiento y gestión del desarrollo de la modernización y evolución de los Sistemas de Mando, Control y Comunicaciones del Ejército de Tierra.

Las encuestas se han realizado al personal experto relacionado en el párrafo anterior y los mandos de la III Compañía de Carros de Combate del BICC IV/16, usuarios de los Sistemas de Mando y Control. Los mandos de la III Cía. que respondieron las encuestas fueron diez suboficiales los cuales tenían como mínimo dos años de experiencia con los Sistemas de Mando y Control en el BICC.

Se han realizado encuestas abiertas sobre el funcionamiento, problemas y observaciones en el uso de los sistemas y posibles soluciones. Las encuestas se muestran en el Anexo C.

Como herramientas para la realización del trabajo y el análisis de la información se han empleado el análisis DAFO y el estudio de las características técnicas de los Sistemas del Mando y Control mediante el uso de la Casa de la calidad. La información de ambos métodos se ha obtenido de las entrevistas, encuestas realizadas a los expertos y la documentación bibliográfica recogida. En base a la información analizada con dichos métodos se redactan las conclusiones sobre el desarrollo actual de los Sistemas de Mando y Control.

## **6. ANÁLISIS DAFO DE LOS NUEVOS SISTEMAS**

A continuación, se realiza un análisis DAFO de cada uno de los Sistemas anteriores y del Plan MC3, determinando las Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades observadas por aquellas personas expertas, especializados en los diferentes medios.

Esta información ha sido obtenida a través de encuestas sobre el funcionamiento, ventajas, problemas y posibles soluciones a los mismos de los diferentes Sistemas C2.

## 6.1. ANÁLISIS DAFO DEL PLAN MC3

### Debilidades

- Según el Estado Mayor del Ejército de Tierra, reflejado en el documento-definición del Plan MC3, existe una alta limitación presupuestaria, afectando al desarrollo y al alcance de las metas acordadas. [3]
- La reutilización y aprovechamiento de algunos materiales pertenecientes a algunos de los medios que se pretenden sustituir, por ejemplo, vehículos, ordenadores, tabletas, medios de transmisiones, etc., pueden dar lugar a un bajo rendimiento de los nuevos sistemas o posibles fallos debidos al desgaste de los materiales reutilizados. [3]
- El Plan presenta una excesiva dependencia hacia las empresas civiles para desarrollar investigación y desarrollo (I+D), así como su evolución y mantenimiento, lo cual, en muchos ámbitos, no permite el empleo de personal especializado interno del Ejército, lo que podría dar lugar a una reducción de costes. [3]
- La adecuación a las directrices y requisitos OTAN, según el Analista de la División de Operaciones del Estado Mayor, hace que quede más limitado el campo de acción por tener que avanzar en la misma dirección que van los países líderes internacionales, sin poder salirnos del camino en ciertos aspectos.

### Amenazas

- La principal amenaza, según el Analista de la División de Operaciones del Estado Mayor, es el limitado porcentaje de los Presupuestos del Estado destinado a este proyecto, lo que produce un avance en el desarrollo muy acotado al recurso económico.
- El rápido desarrollo tecnológico internacional en comparación con el desarrollo tecnológico nacional puede dar lugar a retrasos con respecto a la situación de otros países e, indirectamente, obliga en muchas ocasiones a trabajar más rápido de lo que permiten las capacidades económicas y del desarrollo de los materiales. [7]
- El lento proceso de implementación de los medios, en muchas ocasiones, puede dar lugar a la obsolescencia de los materiales, dando lugar a la necesidad de cambiarlos al poco de su inicio en servicio. [7]
- El aumento de la ciberamenaza más allá de lo previsible puede vulnerar la seguridad implementada y poner en peligro la superioridad de la información. [7]

### **Fortalezas**

- Según el Analista de la División de Operaciones del Estado Mayor del Ejército de Tierra, la aportación de nuevos medios y mejores capacidades a las unidades del Ejército de Tierra, da lugar a un especial interés por sus dirigentes y sus integrantes. También se consigue mejorar el factor Seguridad y Protección en operaciones.
- Se consigue alcanzar mayor interoperabilidad internacional con otros Ejércitos aliados.
- Según el Tcol. Jefe del BICC IV/16, la disponibilidad de personal preparado con una adecuada formación relacionada en la obtención de las capacidades CIS y del concepto NEC, garantiza la explotación y adecuado mantenimiento de los sistemas.

### **Oportunidades**

- El desarrollo constante de la modernización tecnológica en otros Ejércitos aliados, potencialmente por delante al español, da lugar al impulso que recibimos para estar siempre a su altura y su propio interés de tenernos a su lado con unas capacidades adecuadas para el combate y el apoyo. Esto nos facilita el paso hacia la innovación y mejora de nuestros sistemas. [7]

## **6.2. ANÁLISIS DAFO DEL SISTEMA FFT**

### **Debilidades**

- Acorde con la opinión de los especialistas del Parque de Transmisiones del BICC IV/16, fue considerado como una solución temporal hasta disponer de la licencia del BMS. El Sistema FFT es un sistema demasiado sencillo para satisfacer las necesidades actuales del mando y control, ofreciendo unas capacidades de mando y control simples de posicionamiento de unidades, sistema de navegación y mensajería corta.
- Según los usuarios y especialistas del BICC IV/16, el hardware se sobrecalienta y da lugar a una ralentización del software lo que impedía trabajar varias horas seguidas a pleno rendimiento.



- Según la opinión de los especialistas del Parque de Transmisiones del BICC IV/16, presenta bastantes problemas de interoperabilidad con otros Sistemas C2, sobre todo con SIMACET y con BMS y BMS-LINCE es imposible la interoperabilidad.

#### **Amenazas**

- Según los especialistas del Parque de Transmisiones del BICC IV/16, la principal amenaza para el Sistema FFT era la búsqueda de su sustitución por el Sistema BMS, el cual acarrearía la culminación del primero. Dicha amenaza es negativa para el Sistema FFT en sí, pero es un aspecto positivo para el Ejército de Tierra ya que la implementación del Sistema BMS implica un progreso en los medios y sistemas.

#### **Fortalezas**

- Según los especialistas del Parque de Transmisiones del BICC IV/16, fue una medida rápida y sencilla de aplicar mientras se trabajaba en el desarrollo del nuevo sistema que lo sustituiría.

#### **Oportunidades**

- Según lo dispuesto en el documento “Sistemas de Información para el Mando y Control en el Ejército de Tierra”, la OTAN consideró como fundamentales las capacidades que presenta el FFT, ya que contribuye a la protección de la Fuerza en operaciones, al minimizar las posibilidades del fuego fratricida, y proporciona una visión común del campo de batalla que antes no se tenía. [7]

### **6.3. ANÁLISIS DAFO DEL SISTEMA LINCE**

Este sistema ya está siendo sustituido por el Sistema BMS-LINCE, el cual ha adoptado y mejorado sus fortalezas y oportunidades, superando sus debilidades y amenazas.

#### **Debilidades**

- Según los expertos y usuarios del BICC IV/16, a pesar de su buena utilidad, el Sistema LINCE demanda mayores prestaciones que ampliasen la comunicación y el control de las unidades propias, enemigas y de la gestión de la plataforma.

- Según los especialistas del Parque de Transmisiones del BICC IV/16, algunas de sus funciones presentan una alta dificultad técnica, las cuales, en un primer momento, no querían ser implementadas en el nuevo Sistema BMS-LINCE.
- Según los especialistas del Parque de Transmisiones del BICC IV/16, no es un sistema compatible con todos los medios de comunicación del ET, ya que LINCE trabaja, exclusivamente, con la radio PR4G v2.
- Según los especialistas del Parque de Transmisiones del BICC IV/16, la interoperabilidad con otros sistemas de Mando y Control (FFT, SIMACET, TALOS...) es imposible o muy costosa, ya que hacen falta otros equipos y materiales, en algunos casos económicamente muy costosos, para establecer el enlace, y con gran cantidad de inconvenientes y problemas técnicos.

#### **Amenazas**

- Según el personal especializado que presenció la incorporación de este Sistema a las unidades del Ejército de Tierra en el año 2005 formado por dos suboficiales del Parque de Transmisiones del BICC IV/16, la principal amenaza que sufrió este proyecto fue el inicio de la crisis económica en España. El LINCE estaba recién iniciado en las unidades con vistas a mejorarlo para irlo haciendo más eficiente, pero el debilitamiento del recurso económico daba pie a un posible estancamiento del Sistema.
- El hardware del cual se disponía en el Ejército de Tierra y se estaba instalando este Sistema estaba obsoleto (Pentium II con 64 Mb de memoria RAM), y a su vez presentaba un alto coste de mantenimiento.

#### **Fortalezas**

Según los especialistas del Parque de Transmisiones del BICC IV/16:

- Es el Sistema de Mando y Control impulsor de los Sistemas de Mando y Control en los carros de combate.
- Presentaba nuevas capacidades de dirección y gestión del escenario de batalla.
- Supuso un salto tecnológico en la transición del carro de combate Leopard 2A4 al Leopard 2E.

### **Oportunidades**

- Los especialistas encargados del desarrollo del LINCE aprovecharon la reciente incorporación del carro de combate Leopard 2E en las unidades de infantería acorazada, en servicio desde el 2003, para la implementación del Sistema. Debido a la avanzada tecnología que presentaba el nuevo carro de combate, fue la mejor oportunidad para sacar adelante las nuevas capacidades del Mando y Control que presentaba el Sistema LINCE, ya que el Leopard 2E demandaba unos medios más avanzados que tuviesen una capacidad de gestión del campo de batalla y dirección de las operaciones superiores a las existentes en el momento.
- Según los expertos y usuarios del BICC IV/16, a los jefes de carro les permitió interactuar completamente con la plataforma, conociendo el estado de todos los complejos elementos electrónicos, así como la información de averías.
- También, podían crear rutas de navegación para que los conductores pudieran llegar de manera autónoma a cualquier lugar.
- Todo esto queda traducido en un aumento de la seguridad de todos y cada uno de los miembros de la tripulación.

## **6.4. ANÁLISIS DAFO DEL SISTEMA BMS-LINCE**

### **Debilidades**

- Según los especialistas del Parque de Transmisiones del BICC IV/16, e está limitado al ancho de banda de los equipos radio de los que dispone el ET, lo que va a dar lugar a una limitación en el envío de información, ya que hay que repartir el ancho de banda entre los usuarios que participan en la red.
- A su vez, según los usuarios del BICC IV/16, el uso de la banda de frecuencias VHF en los medios radio provoca que a la vista de cualquier obstáculo que interrumpa la propagación lineal entre los terminales, pueda crear una pérdida de enlace.

### **Amenazas**

- Según los expertos encargados del BMS-LINCE en la Base Militar Gral. Menacho, la implementación del nuevo Sistema en los vehículos no es sencilla, ya que la transición del software del laboratorio a las diferentes plataformas es muy problemática.

Da lugar a diversos problemas técnicos y difícil seguimiento de las instrucciones del manual, ya que surgen problemas al instalarlo que impide seguir los pasos indicados.

#### **Fortalezas**

- Según los usuarios y especialistas del BICC IV/16, el Sistema BMS-LINCE proporciona mayores ventajas y prestaciones que los sistemas anteriores (LINCE y FFT), lo que proporciona mejores utilidades a la hora de planear, conducir y gestionar todos los elementos internos y externos en una operación.
- Al mismo tiempo, con este Sistema, se consigue la unificación de los sistemas de Mando y Control en todas las unidades, compatibilidad con todos los sistemas de comunicaciones del ET e interoperabilidad con otros sistemas C2 del ET y la OTAN.

#### **Oportunidades**

- Según los especialistas del Parque de Transmisiones del BICC IV/16, está diseñado de manera sencilla para que sea de fácil uso y aprendizaje para los usuarios, lo que dará lugar una rápida formación del personal sin una excesiva especialización.
- Esto a su vez, se ve apoyado por la similitud que presenta al Sistema LINCE, al cual pretende sustituir, lo que provocará cierta familiaridad en los usuarios a la hora de usarlo.

## **7. DESCRIPCIONES DE LOS ANÁLISIS DAFO**

### **7.1. DESCRIPCIÓN DEL DAFO DEL PLAN MC3**

Las fortalezas que los expertos han considerado de mayor valor para la consecución de los objetivos del Plan MC3 son mejorar el factor Seguridad y Protección en operaciones y el alcance de una mayor interoperabilidad internacional. Éstas se enfrentan a la amenaza del aumento de la ciberamenaza y a la debilidad de adecuación a las directrices y requisitos OTAN.

A su vez la amenaza de existir un rápido desarrollo tecnológico internacional en comparación con el nacional, puede ser transformada en la oportunidad de aprovechar el impulso que este constante desarrollo puede dar para mantenernos a la altura de los otros Ejércitos.

Aunque la debilidad que presenta de una alta limitación presupuestaria puede ser el impedimento que impida esa transformación y lo que provoque esa ralentización en el desarrollo tecnológico nacional con respecto del internacional.

## **7.2. DESCRIPCIÓN DEL DAFO DEL SISTEMA FFT**

Según los expertos, la fortaleza de que el FFT fuese un Sistema sencillo y de fácil uso para los usuarios, daba lugar a las debilidades de tener una excesiva sencillez como para cubrir las necesidades y ello lo convertía en una solución temporal hasta evolucionar a un sistema mejor. Esto remarca su principal amenaza que es la de ser sustituido cuanto antes, ya que presentaba muchos problemas técnicos con el hardware, ralentización y problemas de interoperabilidad.

A pesar de ello, la OTAN consideró como fundamentales sus capacidades y ello dio pie a que los siguientes Sistemas C2 siguieran en la misma línea (mejorada) que el Sistema FFT.

## **7.3. DESCRIPCIÓN DEL DAFO DEL SISTEMA LINCE**

Según los expertos las principales fortalezas del Sistema LINCE son que fue una gran novedad que presentaba nuevas capacidades del Mando y Control, supuso un gran salto tecnológico en la implementación del Leopardo 2E en las unidades y se convirtió en el Sistema de Mando y Control impulsor del BMS. Esto fue una gran oportunidad para sacar adelante sus nuevas capacidades. La más importante, destacada por los expertos y los usuarios, es la capacidad de interactuar directamente a través del LINCE con la plataforma.

A pesar de ello, fue instalado en el hardware del que disponía el Ejército de Tierra, el cual estaba obsoleto, y esto daba pie a un mal funcionamiento y que no soportase la carga del software, dando lugar a que apareciesen problemas en el funcionamiento.

A su vez, los expertos remarcan la imposible interoperabilidad con el Sistema FFT y SIMACET, lo que hacía muy costosa la conducción del Batallón de carros de combate durante la operación y a la hora de mantener el contacto con el Cuartel General de la Brigada.

#### **7.4. DESCRIPCIÓN DEL DAFO DEL SISTEMA BMS-LINCE**

Acorde con el personal experto que se está encargando de la instalación del Sistema BMS-LINCE, su principal amenaza es el costoso traspaso del software del laboratorio a las plataformas vehiculares para usarlo en movimiento, dando problemas en la implementación, aunque con soluciones factibles a corto plazo.

Las fortalezas principales, según los especialistas del Parque de Transmisiones del BICC IV/16, del BMS-LINCE son que presenta mayores ventajas y prestaciones que el Sistema LINCE y según los expertos era necesaria esta evolución. Con él se consigue la unificación de los Sistemas C2 dando una mayor facilidad a la conexión de las pequeñas unidades dentro del Batallón de carros de combate y el flujo de información en ambos sentidos, ascendente y descendente, con el Cuartel General de Brigada. Con respecto a las oportunidades, continúa en la línea del Sistema LINCE estando diseñado de manera sencilla y para que el usuario pueda aprender el manejo rápidamente y tenga un fácil uso.

### **8. ESTUDIO DE CALIDAD DE LOS SISTEMAS**

Se ha realizado un estudio de las características técnicas que presentan cada uno de los sistemas objeto de estudio, en concreto BMS-LINCE, LINCE y FFT. La herramienta utilizada para llevar a cabo este estudio ha sido una Casa de la calidad, la cual se adjunta a continuación y cuyos datos han sido anotados en base a las opiniones del personal experto de la Base militar General Menacho.

En la tabla se exponen las características técnicas que se quieren alcanzar, “QUE” (columna de la izquierda) y como conseguir dichas características, “COMO” (columna horizontal superior). El cuadro entre los “QUE” y los “COMO” muestra la relación entre ellos (“nada” no hay relación, “1” relación débil, “3” relación media, “9” relación fuerte).

La asignación de estos valores a cada relación viene determinada por los resultados de las encuestas y basados en los conocimientos aportados a través de las entrevistas. Seguidamente, a la derecha hay una columna que muestra la importancia que le dan los usuarios y los especialistas a los “QUE”, y las columnas de valoración en las que se muestra el nivel en el que se encuentran los “QUE” en cada sistema, también basado en las opiniones del personal especialista ya indicado.

Según los especialistas del Parque de Transmisiones del BICC IV/16, la implantación del Sistema BMS-LINCE era de máxima necesidad debido a la demanda de nuevas capacidades en el Mando y Control de las unidades. A raíz de estas necesidades se destacan las características técnicas que deben presentar los nuevos sistemas C2 y como alcanzarlas. Los “QUE”, a los cuales los expertos le dan más importancia en primera prioridad, por su necesidad de alcanzarse, son la unificación de los sistemas C2 y compatibilidad con todos los sistemas de comunicación del ET, junto con alcanzar la interoperabilidad entre todos los sistemas de Mando y Control. Con estos objetivos se conseguirían eliminar las diferencias entre sistemas y poder mantener un contacto continuo y efectivo entre las diferentes unidades. Por ejemplo, el Tcol. Jefe del Batallón de Carros de Combate podría dirigir, a través del Sistema C2, a sus Compañías y Secciones agregadas sin tener el problema de que cada una use un sistema diferente (BMS-LINCE las Cias. y FFT las Secciones), y a su vez pueda estar en contacto con la unidad superior (Brigada, que usa SIMACET el cual puede comunicarse con el Sistema BMS).

En segunda prioridad, pero también de los más importantes, los especialistas del Parque de Transmisiones del BICC IV/16 consideran el envío rápido de la información de alta prioridad a través del modo TDMA, junto con disponer de una visión común del campo de batalla de forma rápida. Esto significa que hace falta un software y un hardware que permita tener en una pantalla la imagen georreferenciada con todos los detalles del campo de batalla, unidades propias y enemigas, obstáculos, amenazas...

Que todos los usuarios dispongan de esta información (acorde con los filtros marcados) y que el tiempo de reactualización de dicha información sea breve y sin que se colapse, ralentizando o dejando bloqueado el sistema.

Con un buen funcionamiento del TDMA, según el Tcol. Jefe del BICC IV/16, la información de alta prioridad se va refrescando con rapidez y en corto espacio de tiempo sin interrumpir el flujo de información de voz y datos de las mayas de combate.

En las columnas de valoración de los sistemas se puede apreciar como el Sistema FFT se queda muy atrasado con respecto a los objetivos que se pretenden conseguir. El Sistema LINCE está mucho más avanzado que el anterior, pero, aun así, presenta diversas carencias las cuales se han conseguido subsanar y mejorar con la implantación del Sistema BMS-LINCE, cuya principal misión era ofrecer cobertura a dichas carencias.

El Sistema BMS-LINCE, si nos fijamos en la columna de “Objetivos a alcanzar”, presenta alguna carencia como es en la comunicación rápida, instantánea y efectiva entre las unidades propias, en la cual hace referencia al envío de mensajería tipo chat táctico y archivos anexados. Según los especialistas del Parque de Transmisiones del BICC IV/16, este medio se ralentiza y en muchas ocasiones llegando a colapsarse sin producirse el envío correcto de la información. A pesar de haber mejorado el hardware con respecto a los sistemas anteriores, el Sistema BMS-LINCE presenta una alta carga de trabajo, en ocasiones, difícil de soportar por los medios.

Con el cálculo del “Ratio de mejora” y una asignación del “Argumento de venta”, se obtiene una ponderación relativa de cada característica técnica con la que se puede sacar el orden de importancia, coincidiendo los más importantes, según este orden, con los más importantes según la valoración de los usuarios.

Con la matriz de la “Ponderación relativa” de los “QUE” y la de relación entre los “QUE” y los “COMO” se obtiene la “Ponderación absoluta” de los “COMO” pudiendo sacarse su “Ponderación relativa”. Con esta última podemos obtener el orden de importancia entre los “COMO”, que junto con la comparación entre las características que cumple cada sistema y el objetivo técnico a alcanzar, se puede decidir qué es lo que nos interesa mejorar y con qué orden de prioridad.

En la tabla se puede comprobar que el Sistema FFT no cumple con la mayoría de los objetivos técnicos, lo que demuestra que su sustitución está plenamente justificada debido a las necesidades que se pretenden cubrir.

También justifica que este sistema se usase de manera temporal hasta la implantación del Sistema LINCE, el cual podemos ver que cumple con más del 50% de los objetivos.



El Sistema BMS-LINCE cumple con todos los objetivos técnicos, aunque según los especialistas del Parque de Transmisiones del BICC IV/16 todavía están pendientes de mejorar pequeños “fallos” en el programa, los cuales se están dando durante su implementación. Por ejemplo, en algunas ocasiones funciona con lentitud o tarda en arrancar y en apagarse; al cargar el fichero de misión borra la cartografía que éste llevaba cargada y hay que introducirla nuevamente desde el mismo Sistema cada vez que se quiera cambiar de fichero, etc.

A la hora de centrarse en la solución y mejora de estos “fallos”, que aún quedan por subsanar en el Sistema BMS-LINCE, se puede planificar en base a los resultados de la tabla, teniendo en cuenta el orden de importancia obtenido, el objetivo técnico más necesario de alcanzar y la dificultad de conseguirlo.

Los "QUE". Relación de aspectos relevantes para los usuarios (1-Relación débil / 3-Relación media / 9-Relación Fuerte)	Los "COMO". Relación de las Especificaciones												Importancia para el usuario (1-5)	Valoración (1-5)			Objetivo a alcanzar (1-5)	Ratio de mejora	Argumento de venta (1 / 1,2 / 1,5)	Ponderación absoluta del QUE	Ponderación relativa del QUE (%)	Orden de importancia
	Desarrollo de un software común	Información compartida entre los usuarios	Hardware y software adaptados a cada uno de los medios del ET	Uso del mismo lenguaje de codificación	Uso del modo TDMA	Uso de tecnología GPS	Medidor de niveles y detectores de averías	Conexión con el calculador de tiro	Memoria RAM	Memoria de almacenamiento	Mejora de la tecnología de mensajería instantánea táctica	Disposición de medios laser		BMS-LINCE	LINCE	FFT						
Unificación de todos los sistemas de C2	9	9	9	9	1								5	5	2	1	5	1	1,5	7,5	12	1
Disponer de una visión común del campo de batalla de forma rápida	9	9	1	9	3	3					1		5	5	4	3	5	1	1,5	7,5	12	1
Compatibilidad con todos los sistemas de comunicación del ET	9	3	9	9	1								5	5	2	1	5	1	1,5	7,5	12	1
Interoperabilidad con otros sistemas C2 del ET y la OTAN	9	1	9	9	1				1				5	5	1	1	5	1	1,5	7,5	12	1
Envío rápido y continuo de información de alta prioridad	3	9	1	9	9						9		5	5	4	1	5	1	1,5	7,5	12	1
Sistema de navegación y geoposicionamiento de unidades	1	9	1		9	9				1		3	4	5	4	3	5	1	1,2	4,8	7,4	3
Gestión de la plataforma	1				1		9	9	3				4	4	4	1	5	1	1,2	6	9,3	2
Hardware más potente			1		3	1	1	1	9	9	1	1	4	4	3	2	4	1	1,5	6	9,3	2
Comunicación rápida, instantánea y efectiva entre las unidades propias	1	9	3	3	9				9	1	9		4	4	3	1	5	1	1,5	7,5	12	1
Designación de objetivos					3	3			1			9	3	4	4	1	4	1	1	3	4,6	4
<b>Ponderación absoluta del COMO</b>	480	529,6	387	555,6	395	125	92,593	93	231	102	229,2	73,15	3293,1	<b>Total Ponderación Absoluta</b>						65		
<b>Ponderación relativa del COMO (%)</b>	14,6	16,08	11,75	16,87	12	3,8	2,8118	2,8	7	3,1	6,959	2,221										
<b>Orden de importancia</b>	3	2	5	1	4	8	10	10	6	9	7	11										
<b>Valoración técnica</b>	si/no	si/no	si/no	si/no	si/no	si/no	si/no	si/no	Gb	Gb	si/no	si/no										
<b>BMS-LINCE</b>	si	si	si	si	si	si	si	si	4	64	si	si										
<b>LINCE</b>	no	si	no	no	si	si	si	si	0,1	4	si	si										
<b>FFT</b>	no	si	no	no	no	si	si	no	0,1	4	no	no										
<b>Objetivo técnico</b>	si	si	si	si	si	si	si	si	4	64	si	si										
<b>Dificultad objetivo tec. (1-5)</b>	4	2	3	4	2	1	2	2	2	2	2	2										

**Tabla 2:** Casa de la Calidad. Comparativa de las características técnicas entre los Sistemas de Mando y Control BMS-LINCE, LINCE y FFT

## 9. CONCLUSIÓN

El presente documento expone los resultados del análisis de la información sobre el desarrollo y la situación actual de los Sistemas de Mando y Control en el Ejército de Tierra, especialmente en el Batallón de Carros de Combate.

El Plan MC3, el cual fue iniciado en el año 2009, ha estado sujeto a la situación económica en España y a la limitación de los recursos materiales y tecnológicos, lo que ha dado lugar a que su desarrollo haya ido más lento de lo previsto, produciendo que los hitos marcados para el año 2016 no se estén pudiendo cumplir a la perfección como se pretendía. Esto ha obligado a prolongar los plazos de ciertas fases ajustándolos a las previsiones económicas.

En el estudio de los Sistemas de Mando y Control se puede ver un continuo desarrollo, en el que los mismos han ido evolucionando y mejorando las capacidades. El inicio con el Sistema FFT, el cual estuvo de manera temporal, a pleno rendimiento, durante un periodo muy corto de tiempo el cual no supera los dos años, se puede comprobar con el análisis, que es un sistema muy básico desarrollado por la Universidad de Valencia y que no terminaba de satisfacer las necesidades que las unidades tenían, sobre todo a la hora de dirigir la maniobra de unidades de Carros de Combate. Debido a su falta de interoperabilidad con otros sistemas, lo hacía muy ineficiente a la hora de dirigir. De ahí la acertada implementación del Sistema LINCE, el cual con su desarrollo rellenó muchos de esos huecos vacíos que dejaba el FFT aportando mayores capacidades y facilidades a las unidades de carros para la conducción de las operaciones. Aun así, según las opiniones recogidas de los expertos, se extrae como conclusión, que el Sistema LINCE no terminaba de subsanar esas carencias del FFT, ya que seguía presentando problemas con las comunicaciones, problemas de compatibilidad con otros sistemas y además estaba instalado sobre un hardware poco potente para la carga del software.

Viendo la cantidad de problemas que había de interoperabilidad y falta de unificación entre los sistemas, el Plan MC3 lanzó el proyecto BMS con el que se pretende que todas las unidades dispongan del mismo Sistema y se solucionasen las carencias existentes.

El Sistema BMS se diseñó con el fin de que todas las unidades “hablen el mismo idioma”.

En el BICC se está instalando el BMS-LINCE, el cual es una mejora del anterior Sistema LINCE, y que pone solución a las carencias que aun aparecían, mejorando también el hardware de las plataformas y añadiendo nuevas capacidades.

Según el estudio realizado, este avance de sistemas ofrece un resultado positivo. Se puede comprobar como a medida que se pasaba de un sistema a otro, se ganaba en mejoras, y como, paso a paso se fueron solucionando las carencias existentes. En la actualidad, lo más avanzado que se presenta, son las capacidades ofrecidas por el Sistema BMS, el cual cumple con la mayoría de los requisitos demandados, lo que le convierte en uno de los mejores avances en el Mando y Control alcanzados hasta ahora. Actualmente, durante su implantación se van buscando pequeñas soluciones a los pequeños problemas que, por su novedad, van surgiendo durante su instalación, mas siempre superando los sistemas anteriores, y que, acorde con la opinión de los especialistas del Parque de Transmisiones del BICC IV/16, primero hay que trabajar con él para ver qué haría falta ampliar o solucionar, y que, a la hora de sacar nuevas actualizaciones, todos estos pequeños fallos se vayan solucionando.

Por lo tanto, con la implantación del BMS, en el BICC, las secciones que usaban FFT quedan comunicadas con las compañías, las cuales, a partir de ahora usan BMS-LINCE, dando pie a que el Tcol. Jefe del Batallón no tenga que estar dividido entre tres sistemas diferentes (FFT, LINCE y SIMACET).

A su vez, BMS tiene perfecta interoperabilidad con SIMACET, por lo que con este nuevo avance todo queda conectado, teniendo una imagen común del escenario de operaciones, desde el carro de combate de línea hasta el Cuartel General de la Brigada.

En conclusión, el Plan MC3 va consiguiendo, la evolución de los sistemas, el desarrollo e incorporación de nuevos materiales, y el alcance de nuevos conocimientos y un mayor control sobre el campo de batalla, que supone un gran avance para el Ejército de Tierra y sus unidades. Todo ello reflejado en la implantación del Sistema BMS, que aumenta sus capacidades y da lugar a la mejora del factor seguridad, el mando, el control y las comunicaciones en las operaciones militares.

## 10. BIBLIOGRAFÍA

- [1] – Ejército de Tierra, Mando de Adiestramiento y Doctrina. “Funciones del Combate. Mando”, Publicación Doctrinal PD2-002, 2013.
- [2] – Revista Dintel. “Fulgencio Coll Bucher, Jefe del Estado Mayor del Ejército de Tierra, JEME”, 2010.
- [3] – Ejército de Tierra – Estado Mayor del Ejército. “Plan MC3. Plan de Modernización de los Sistemas de Mando, Control y Comunicaciones del Ejército de Tierra”, actualización 2015.
- [4] – Beatriz Gonzalo. “Un sistema de Mando y Control a la medida de las pequeñas unidades”, Boletín TIERRA, nº 209, pp. 10, 2013
- [5] – Ejército de Tierra, Mando de Adiestramiento y Doctrina. “Mando y Control”. Publicación Doctrinal DO2-008, 2005.
- [6] – Ejército de Tierra, Estado Mayor del Ejército. Documento “Criterios Operativos, Módulos de capacidades CIS Plan MC3 de las Unidades de Transmisiones”, 2015.
- [7] – Ejército de Tierra. “Sistemas de Información para el Mando y Control en el Ejército de Tierra”, Publicación Doctrinal, 2016.
- [8] – Ejército de Tierra. “Descripción técnica del Sistema FFT/UPV”, 2008.
- [9] – Ejército de Tierra, Mando de Adiestramiento y Doctrina. “Establecimiento y empleo de SIMACET”, Publicación Doctrinal PD3-602, 2009.
- [10] – Amper programas. “Informe técnico – Empleo de SUPERMUX. Programas Ejército de Tierra”, 2016.
- [11] – Academia de Infantería. “El Sistema de Mando y Control BMS-LINCE”, Publicación Doctrinal.
- [12] – Coronel D. José Carlos de Antonio Alcázar, Brigada D. Raúl Serrano Trujillo. “Desarrollo del BMS-LINCE”. Seminario “Laureado García Esteban”, 6ª Edición, 2016.
- [13] – Beatriz Gonzalo. “El BMS-LINCE”, Boletín TIERRA, nº 9, pp. 26-27, 2016.
- [14] – Ejército de Tierra, Estado Mayor del Ejército, División de Operaciones. “Orientaciones, Mando y Control en las pequeñas unidades de maniobra”. Publicación Doctrinal OR4-001, 1996.
- [15] – Ejército de Tierra, Estado Mayor del Ejército. “Orientaciones, Puestos de Mando”. Publicación Doctrinal OR5-021, 2008.
- [16] – Infodefensa.com. “Los nuevos PCBON de Mando y Control para pequeñas unidades entran en servicio”. 13/05/2013.

## 11. ANEXOS

### Anexo A

#### NODOS

Se define como el conjunto de medios, hardware y software, capacidades, personal y procedimientos donde se realizan todas o algunas de las funciones y actividades del sistema. La característica principal de cualquier nodo es la de disponer de BDT (*Base de Datos Tácticos*) que interactúa e intercambia información con la de otros nodos. El conjunto de nodos junto con los procedimientos de relación e intercambio de información entre ellos constituye la red del SIMACET. [9]

[9] Se distinguen los siguientes tipos de nodos:

- Nodos Fijos: Permite ejercer el planeamiento y el seguimiento de operaciones en los diferentes escalones de mando desde los emplazamientos fijos de los cuarteles generales.



**Imagen 7:** *Nodo de Gran Unidad fijo.*

Fuente: Manual PD3-602 Establecimiento y empleo de SIMACET.

- Nodos Desplegables: Son empleados tanto por los puestos de mando como por las unidades de combate.

Su principal característica es su capacidad de movilidad. Pueden ser de tipo Gran Unidad cuya principal diferencia es el número de usuarios a los que pueden proporcionar servicio, y de tipo Pequeña Unidad, los cuales están concebidos para proporcionar servicio a las PU, atendiendo a sus especiales características de movilidad, portabilidad y a las restricciones de las redes de telecomunicaciones de su escalón. Permiten recoger su propia información y difundirla a los escalones superiores y colaterales. [9]

Éstos últimos pueden ser:

- Nodo PU+: Diseñado para dotar a las PU de capacidades similares a las que proporcionan los nodos de GU sin variar sus características de movilidad y portabilidad. No está asociado a una plataforma vehicular.
- Nodo PU portátil: No está asociado a una plataforma vehicular.
- Nodo PU vehicular: Diseñado para permitir su funcionamiento en movimiento, sobre vehículo de combate.



***Imagen 8: Nodo de Pequeña Unidad desplegable vehicular.***

Fuente: Manual PD3-602 Establecimiento y empleo de SIMACET.

- Nodo Aislado: Consiste en un ordenador de usuario que puede actuar como nodo SIMACET con funcionalidades limitadas y que se emplea en fases de planeamiento y movimiento, en el que puede trabajar de forma aislada con las diferentes funcionalidades del sistema sin estar conectado al mismo. También se emplea en un centro de control CIS, el cual permite realizar la supervisión de las redes lógicas de réplicas en tiempo real.

- Nodo Pasarela: Es aquel que permite interconectar dos redes lógicas de réplica y filtrar la información que éstas intercambian. Cualquier tipo de nodo puede realizar la función de un nodo pasarela, sin perder su propia funcionalidad.

## REDES LÓGICAS DE RÉPLICA DE SIMACET

Los nodos de SIMACET se agrupan en redes lógicas de réplica, de manera que todos los nodos que forman parte de una misma red lógica disponen de idéntica información. Diferentes redes lógicas se interconectan a través de uno o más nodos pasarela, de manera que se pueda filtrar en ambos sentidos la información táctica. [9]

[9] Existen tres tipos de redes lógicas según el procedimiento técnico de cómo se intercambia la información táctica entre los nodos:

- Red de Réplica tipo IP de SIMACET: Aquella red de SIMACET donde los nodos asociados a la misma emplean el protocolo IP para intercambiar los mensajes.
- Red de Réplica tipo LAN de SIMACET: Aquella red de SIMACET donde los nodos asociados a la misma emplean recursos compartidos (carpetas) para intercambiar los mensajes.
- Red Réplica tipo Red Radio de Combate<sup>11</sup> (RRC) de SIMACET: Aquella red de SIMACET donde los nodos asociados a la misma emplean la red radio de combate para intercambiar los mensajes.

---

<sup>11</sup> RRC (Red Radio de Combate):



## Anexo B

### MODOS DE TRANSMISIÓN DE LA INFORMACIÓN

La información puede ser transmitida con voz o con paquetes de datos. Los siguientes modos de transmisión trabajan con ambos tipos, según su configuración. Éstos pueden ser configurados en la radio correspondiente para desempeñar su función. [6]

- **CNR-VOZ**

El modo CNR-VOZ (Combat Net Radio) se puede realizar con la radio PR4G v2 y v3. Proporciona únicamente servicios de voz y no permite transmitir ni recibir datos de ningún tipo. Debido a la exclusividad del audio, permite obtener la mejor claridad de voz posible. [10]

- **CNR-TD**

Este modo se puede realizar con la radio PR4G v2 y v3. El modo CNR-TD (Testigo Difusivo) permite alternar el uso de las funciones de voz con la transmisión de datos en el modo CNR. La transmisión de voz y datos es mutuamente exclusiva, es decir, cuando se están transmitiendo o recibiendo datos no es posible transmitir ni recibir voz y viceversa. Se usa un “mecanismo de paso a voz” que permite detener momentáneamente la transmisión de datos.

Durante el tiempo que el canal permanece en “modo voz” el sistema no transmite su posición propia ni recibe las actualizaciones de las demás unidades. [10]

- **TDMA**

El modo TDMA (Acceso Múltiple por División de Tiempo) no es compatible con las funciones de voz de la radio, permite transmitir pequeños mensajes de datos de longitud fija (23 bytes) con velocidad y cadencia constantes, es decir, a intervalos conocidos y perfectamente regulares.

El sistema BMS-LINCE utiliza TDMA para transmitir la siguiente información: posición propia, amenazas y alarmas. Este modo es utilizado para refrescar continuamente este tipo de información importante, agilizando el sistema y evitando que el canal se colapse, ya que esta información es considerada de vital importancia. [10]

- **IPMUX**

El modo IPMUX (Multiplexión IP) solo puede realizarse con radios PR4G v3. Permite la transmisión de voz y datos simultáneamente sobre un mismo canal, evitando la necesidad de tener que alternar manualmente entre el uso de voz y datos, como ocurre en el modo CNR-TD. También, el uso de voz no interfiere con la transmisión de datos, por lo que es posible transmitir y recibir posiciones y otros datos tácticos mientras se hace uso de la voz. [10]

- **IPSAP**

El modo IPPAS (Servicio de Acceso sobre Paquetes IP) solo puede realizarse con radios PR4G v3. Permite, únicamente, la transmisión eficiente de datos. No es compatible con las funciones de voz de la radio. [10]

- **SUPERMUX o GEOMUX**

El modo SUPERMUX permite emplear de forma simultánea voz, datos y un acceso TDMA. Este modo todavía está en estudio y no está disponible para las unidades. [10]

## Anexo C

En el presente anexo se muestra el modelo de encuesta entregada al personal de la Base militar Gral. Menacho en Badajoz. Se hizo una encuesta individual de cada sistema. Los sistemas elegidos han sido BMS-LINCE, LINCE, BMS y FFT ya que son con los que más ha trabajado el Batallón de Carros de Combate. Se muestra la encuesta del Sistema BMS-LINCE, el resto de encuestas son iguales, pero haciendo referencia a cada uno de los otros sistemas.

### ENCUESTA DE VALORACIÓN DEL SISTEMA DE MANDO Y CONTROL BMS-LINCE

Unidad de destino:
Indique Usuario/Administrador/Jefe de Plataforma:

*El propósito de este cuestionario es ayudarme a conocer su opinión y la recopilación de información sobre el uso y funcionamiento de los Sistemas de Mando y Control que se emplean, hoy en día, en el Ejército de Tierra. Todos los datos aquí recogidos serán usados, única y exclusivamente, para la realización de un trabajo académico.*

*La encuesta es anónima. Los posibles datos personales que puedan ser aportados serán tratados con la debida confidencialidad.*

- 1. He usado el Sistema BMS-LINCE y conozco su funcionamiento.** (Responda Si o No. En el supuesto de "No" no continúe la encuesta)

☐

- 2. ¿Cuánto tiempo ha estado usando este Sistema?**

- 3. En su uso ha detectado:**

- a) Problemas generales con su funcionamiento. (Responda Si o No. En el supuesto de "No" pase a la pregunta siguiente)

☐

Indique cuales, con qué frecuencia se daban y si se consiguió solucionar.

- b) Problemas de interoperabilidad con otros Sistemas (BMS “PCBON”, SIMACET, FFT...). *(Responda Si o No. En el supuesto de “No” pase a la pregunta siguiente)*

☐

Indique cuales, con qué frecuencia se daban y si se consiguió solucionar.

- c) Problemas con el hardware o la plataforma en la que está instalado.  
*(Responda Si o No. En el supuesto de “No” pase a la pregunta siguiente)*

☐

Indique cuales, con qué frecuencia se daban y si se consiguió solucionar.

**4. Posibles soluciones a los problemas indicados.**

A large, empty rectangular box with a black border, intended for writing possible solutions to the problems indicated in the previous section.

**5. Aspectos a mejorar del Sistema BMS-LINCE.**

A large, empty rectangular box with a black border, intended for writing aspects to improve the BMS-LINCE system.